



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 38 523 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 05 B 19/19**  
D 05 B 19/00

②① Aktenzeichen: P 43 38 523.0  
②② Anmeldetag: 11. 11. 93  
②③ Offenlegungstag: 26. 1. 95

DE 43 38 523 A 1

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
20.07.93 DE 43 24 273.1

⑦① Anmelder:  
Fredart Sondermaschinen GmbH, 40547 Düsseldorf,  
DE

⑦④ Vertreter:  
Sparing, K., Dipl.-Ing.; Röhl, W., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat.; Henseler, D., Dipl.-Min. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 40237 Düsseldorf

⑦② Erfinder:  
Kuchenhart, Friedrich-Wilhelm, 40547 Düsseldorf,  
DE

⑤④ Betriebsverfahren CNC-gesteuerter Maschinen

⑤⑦ Bei numerisch gesteuerten Produktionsmaschinen, wie Industrie-Nähmaschinen, sind die zu durchlaufenden Bahnen durch Koordinatensätze eines Basisprogramms vorgegeben. Infolge von Trägheitskräften und aus anderen Gründen treten Schleppfehler auf. Die Erfindung schlägt vor, den IST-Verlauf der Bahn in einem Probelauf zu ermitteln und die SOLL-Koordinaten entsprechend zu korrigieren, vorzugsweise in Realzeit während des Probelaufs, um so in der eigentlichen Produktion verringerte Schleppfehler zu erzielen.

DE 43 38 523 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben CNC-gesteuerter Produktionsmaschinen, nämlich solcher Maschinen, bei denen erhebliche Massen mit hoher Geschwindigkeit bewegt werden und hohe Verfahrensgenauigkeiten einzuhalten sind. Beispiele dafür sind Werkzeugmaschinen, aber auch Textilmaschinen wie Näh-, Stick- und Zuschneidemaschinen, Holzbearbeitungsmaschinen wie Oberfräsen, und viele andere.

Als Beispiel soll eine Industrienähmaschine betrachtet werden. Bei ihr werden die Verläufe der zu fertigenden Nähte in Form von anzufahrenden Koordinaten vorgegeben. Dabei kommt es wegen der erheblichen zu beschleunigenden und abzubremenden Massen zu sogenannten Schleppfehlern, das heißt, die IST-Koordinaten stimmen mit den SOLL-Koordinaten nicht überein. Dies ist dann besonders störend, wenn es sich um Nähte handelt, die in sich selbst zurücklaufen, also etwa eine Vollkreissteppnaht, weil dann Anfang und Ende der Naht nicht zusammentreffen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Betriebsverfahren für derartige Maschinen zu schaffen, bei dem solche Schleppfehler weitgehend reduziert werden, im Idealfall auf Null gebracht werden.

Die Erfindung löst diese Aufgabe auf dem im Patentanspruch 1 angegebenen Weg. Dabei werden in das Basisprogramm die tatsächlich gewünschten Koordinaten eingegeben, ohne den Versuch zu unternehmen, sie bezüglich erwarteter Auswirkungen des dynamischen Verhaltens der Maschine zu korrigieren. Beim Probelauf werden daher erhebliche Abweichungen vom Soll-Verlauf auftreten. Dabei werden die Bewegungen der Massen mittels im Stand der Technik bekannter Meßeinrichtungen verfolgt und Abweichungen von den SOLL-Bewegungen hinsichtlich Größe und Richtung ermittelt. Diese Abweichungen werden dann invertiert und vorzeichenbehaftet zu den im Basisprogramm abgelegten Soll-Daten addiert. Auf diese Weise erhält man einen kompensierten Datensatz. Gegebenenfalls wird die Prozedur ein- oder mehrmals wiederholt, um eine Feinkorrektur vorzunehmen.

Soll beispielsweise eine Naht von einem Ausgangspunkt mit den Koordinaten  $X=0$ ,  $Y=0$  zu einem SOLL-Punkt mit den Koordinaten  $X=+15$ ,  $Y=+20$  genäht werden, tatsächlich aber die Naht am Punkt  $X=+17$ ,  $Y=+19$  endet, so werden als korrigierte Zielkoordinaten  $X=+13$ ,  $Y=+21$  errechnet.

Man kann so vorgehen, daß während des Probelaufs die erfaßten Abweichungen abgespeichert werden und dann die Korrektur der Koordinaten vorgenommen wird. Es ist jedoch bevorzugt, zu jedem Koordinatenpaar des Basisprogramms bereits beim Probelauf die IST-Koordinaten zu erfassen und sofort in Realzeit die korrigierten Daten als neue Daten festzuhalten oder gleich im Basisprogramm zu überschreiben.

Es versteht sich, daß diese Vorgehensweise nicht auf zweidimensionale Bewegungen und auch nicht auf translatorische Verlagerungen beschränkt ist.

Es ist festzuhalten, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren solche Eigenarten der betreffenden Maschine automatisch Berücksichtigung finden, die bei Maschinen gleichen Typs von Exemplar zu Exemplar unterschiedlich sein können und in aller Regel auch sind, etwa Leistungsdifferenzen der Antriebsmotoren, Lagerrei-

1. Verfahren zum Betrieb numerisch gesteuerter Produktionsmaschinen, bei dem mit einem die Koordinaten einer zu durchzufahrenden Bahn enthaltenden Basisprogramm ein Probelauf durchgeführt wird, Abweichungen des IST-Verlaufs von dem durch die Basisprogramm-Koordinaten vorgegebenen SOLL-Verlauf erfaßt werden, und die Basisprogramm-Koordinaten mittels der Koordinaten der Abweichungen derart korrigiert werden, daß bei Benutzung des so gewonnenen korrigierten Programms die Abweichungen verringert sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine zweidimensionale Steuerung der Maschinen erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Steuerung mehrerer Freiheitsgrade der Maschine erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem synchron mit der Ausgabe der Basisprogramm-Koordinaten die IST-Koordinaten erfaßt werden und zu jedem Satz von Basisprogramm-Koordinaten ein Satz von Korrektur-Koordinaten gewonnen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Basisprogramm-Koordinaten während des Probelaufs mit den korrigierten Koordinaten überschrieben werden.